

平成 29 年度
野生動植物への放射線影響調査において採取した試料の
放射能濃度測定値と被ばく線量率の推定値

1. はじめに

環境省では、東京電力福島第一原子力発電所（以下、「福島第一原発」という。）事故にともなう放射性物質の拡散による周辺地域の野生動植物への影響を把握するための調査を実施しています。本調査では、福島第一原発周辺において、野生動植物の試料の採取、空間線量率及び採取試料の放射能濃度の測定、被ばく線量率の推定を行っています。

2. 調査結果（平成 29 年度）

国際放射線防護委員会(ICRP)の定めた「標準動物及び植物」の考え方に基づいて選定した種（標準動植物）を中心に、野生動植物の試料を採取しました。採取した試料については、可能な限り種の同定まで行い、外部形態について確認をしました。平成 29 年度の環境省の調査で採取した試料については、いずれも外部形態の異常は確認されていません。採取した野生動植物の試料、環境試料（リター層※及び土壌）については、セシウム 134 及びセシウム 137 の放射能濃度を測定しました。（表 1～4）

※：リター層とは土壌の上部にある落葉落枝等からなる有機物を含む層。

表 1 採取した試料の数と採取地の空間線量率

	哺乳類	鳥類	両生類
採取個体数	18	10	3
野生動植物測定試料数	18	10	5
環境試料測定試料数 ^{*1}	-		
空間線量率 ^{*2}	2.3-16.3	0.1-0.2	4.4

	魚類	無脊椎動物	植物	計
採取個体数	28	33	約 30	約 122
野生動植物測定試料数	2	9	33	77
環境試料測定試料数 ^{*1}	-			22
空間線量率 ^{*2}	4.3	2.2-2.9	2.9-14.0	-

*1：野生動植物の試料を採取した地点で採取したリター層及び土壌の試料の数。

*2：野生動植物の試料採取地点で計測した空間線量率の最低値と最高値。（単位：μSv/h、小数点第 2 位を四捨五入）。

なお、環境省の「平成 28 年度野生動物植物への放射線影響調査業務」と共通する採取地点については、平成 28 年度の結果と同じ地点名により記載しました。

※平成 28 年度結果 http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_wl_d170426.pdf

表 2 哺乳類（ネズミ類）及び採取地周辺の環境試料の放射能濃度

採取地点 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{v}/\text{h}$)	種	生体の放射能濃度 (Bq/kgFW)			環境試料の放射能濃度 (Bq/kgDW)				
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計		
浪江町 ①	2.6	アカネズミ	1,100	8,500	9,600	リター層： 5,200	40,000	45,000		
			540	4,700	5,200	土壌： 8,500			67,000	76,000
双葉町 ①	2.3	アカネズミ	1,100	7,600	8,700	リター層： 6,600	52,000	59,000		
			130	1,000	1,100	土壌： 4,000			32,000	36,000
			820	6,800	7,600					
大熊町 ②	3.7	アカネズミ	370	3,100	3,500	リター層： 3,100	25,000	28,000		
			220	1,800	2,000					
			1,700	13,000	15,000					
			1,200	9,900	11,000					
			600	4,700	5,300					
			3,300	26,000	29,000					
			850	6,800	7,700					
			460	3,500	4,000					
		1,800	15,000	17,000	土壌： 13,000				110,000	120,000
		ヒメネズミ	300	1,900	2,200					
230	1,600		1,800							
3,200	25,000		28,000							
大熊町 ①	16.3	アカネズミ	260	1,800	2,100	リター層： 16,000	140,000	160,000		
					土壌： 55,000	450,000	510,000			

*1：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

表3 鳥類（ツバメ）及び採取地周辺の環境試料の放射能濃度

採取地点 市町村	空間 線量率 (μ Sv/h)	生体の放射能濃度 (Bq/kgFW)			環境試料の放射能濃度 (Bq/kgDW)		
		Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
南相馬市 ①	0.16	ND ^{*1}	49		170	1,300	1,500
		9.3	78	87			
		ND ^{*2}	30				
		11	59	70			
		54	350	400			
		9	74	83			
		13	64	77			
南相馬市 ②	0.13	ND ^{*3}	45		57	470	530
		7.5	41	49			
		7.3	63	70			

*1：検出限界値 5.1Bq/kg
 *2：検出限界値 4.7Bq/kg
 *3：検出限界値 4.7Bq/kg
 *4：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

表4 両生類（ウシガエル）及び採取地周辺の環境試料の放射能濃度

採取地点 市町村	空間 線量率 (μ Sv/h)	部位		生体の放射能濃度 (Bq/kgFW)			環境試料の放射能濃度 ^{*1}		
				Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ④	4.4	個体①	全身	180	1,700	1,900	水： ND ^{*2} 底泥： 2,800	2.3	25,000
			個体②	筋肉	560	3,900			
		肝臓		260	1,800	2,100			
		個体③		筋肉	1,300	9,900			
			肝臓	470	3,500	4,000			

*1：上段：水の濃度（Bq/L）、下段：底泥の濃度（Bq/kgDW）
 *2：検出限界値 0.86 Bq/L
 *3：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

表5 魚類（メダカ）及び採取地周辺の環境試料の放射能濃度

採取地点 市町村	空間 線量率 (μ Sv/h)	供試 個体数	生体の放射能濃度 (Bq/kgFW)			環境試料の放射能濃度 ^{*1}		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ④	4.3	12	260	2,200	2,500	水： ND ^{*2} 底泥： 2,700	2.3	25,000
		16	270	2,300	2,600			

*1：上段：水の濃度（Bq/L）、下段：底泥の濃度（Bq/kgDW）
 *2：検出限界値 0.86 Bq/L
 *3：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

表6 無脊椎動物（ミミズ類）及び試料採取地周辺の環境試料の放射能濃度

採取地点 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	種	生体の放射能濃度 (Bq/kgFW)			環境試料の放射能濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ①	2.5	ハタケミミズ	1,200	8,900	10,000	リター層： 5,500 40,000 46,000 土壌： 8,900 67,000 76,000		
		ハタケミミズ	890	5,300	6,200			
		ヒトツモンミミズ	1,400	10,000	11,000			
		フトスジミミズ	430	3,200	3,600			
双葉町 ①	2.2	ハタケミミズ	600	4,700	5,300	リター層： 6,900 52,000 59,000 土壌： 4,200 32,000 36,000		
		アオキミミズ	480	2,900	3,400			
		アオキミミズ	460	3,400	3,900			
		アオキミミズ	540	3,700	4,200			
大熊町 ④	2.9	ハタケミミズ	2,200	17,000	19,000	リター層： なし 71,000 土壌： なし 550,000 620,000		

*：放射能濃度については有効数字2桁として算出。

表7 植物及び試料採取地周辺の土壌の放射能濃度

① キンエノコロ

採取地域 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の濃度 (Bq/kg) ※1			周辺土壌の濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ②	3.7	穂	420	3,800	4,200	9,600	79,000	89,000
		葉茎	1,700	13,000	15,000			
		根	5,400	43,000	48,000			
		種子	270	2,500	2,800			
浪江町 ③	7.9	穂	5,600	34,000	40,000	21,000	170,000	190,000
		葉茎	5,400	42,000	47,000			
		根	11,000	98,000	110,000			
		種子	34,000	270,000	300,000			
大熊町 ③	14.0	穂	5,500	45,000	51,000	31,000	260,000	290,000
		葉茎	5,400	44,000	49,000			
		根	63,000	550,000	610,000			
		種子	59,000	440,000	500,000			

*1：種子はBq/kgFW（湿重）。それ以外はBq/kgDW（乾重）。

*2：放射能濃度については有効数字2桁として算出。

② チカラシバ

採取地域 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の濃度 (Bq/kg) ※1			周辺土壌の濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ②	3.7	葉茎	500	4,400	4,900	9,600	79,000	89,000
		根	3,000	24,000	27,000			
		種子	100	730	830			
浪江町 ③	7.9	葉茎	660	5,100	5,800	21,000	170,000	190,000
		根	2,300	18,000	20,000			
		種子	1,100	8,500	9,600			
大熊町 ③	14.0	葉茎	2,600	22,000	25,000	31,000	260,000	290,000
		根	3,400	29,000	32,000			
		種子	62	540	600			

*1：種子は Bq/kgFW（湿重）。それ以外は Bq/kgDW（乾重）。

*2：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

③ スギ

採取地域 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の濃度 (Bq/kg) ※1			周辺土壌の濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ⑤	2.9	葉	290	2,600	2,900	24,000	210,000	230,000
		球果	670	5,700	6,400			
		種子	280	2,000	2,300			
大熊町 ⑤	11.6	葉	5,600	47,000	53,000	53,000	450,000	500,000
		球果	8,600	72,000	81,000			
		種子	2,700	21,000	24,000			

*1：種子は Bq/kgFW（湿重）。それ以外は Bq/kgDW（乾重）。

*2：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

④ ヒノキ

採取地域 市町村	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	部位	試料中の濃度 (Bq/kg) ※1			周辺土壌の濃度 (Bq/kgDW)		
			Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
浪江町 ⑤	2.9	葉	1,100	9,000	10,000	24,000	210,000	230,000
		球果	1,200	10,000	11,000			
		種子	ND※2	2,500				
大熊町 ⑤	11.6	葉	2,100	17,000	19,000	53,000	450,000	500,000
		球果	7,600	65,000	73,000			
		種子	1,300	9,700	11,000			

*1：種子は Bq/kgFW（湿重）。それ以外は Bq/kgDW（乾重）。

*2：検出限界 1,100Bq/kg

*3：放射能濃度については有効数字 2 桁として算出。

3. 被ばく線量率の推定

測定した放射能濃度と、欧州原子力共同体が開発した線量評価に用いるソフトウェアである ERICA ツール^{※1}を用いて、被ばく線量率の推定を行いました。被ばく線量率の推定に当たっては、同一地点で同一種の試料が複数得られた場合や同一個体でも部位によって異なる濃度が得られた場合には、最も高い濃度を用いて、より大きな影響が生じうる条件を設定して保守的な推定を行いました。

具体的には、環境試料と生物試料の放射能濃度から ERICA ツール(ver. 1.2)を用いて算出した平均的な被ばく線量率に安全係数として3を乗じた被ばく線量率を算出し^{※2}、ICRP の誘導考慮参考レベル^{※3}を超過するかどうかをみるとともに、ICRP (2014) の標準動植物の線量率－影響表と照合し、どのような影響が生じる可能性があるか評価を行いました。

被ばく線量率の推定を行った動植物のうち、一部の地域/動植物種で、寿命短縮、罹患率の上昇、繁殖成功率の低下等の可能性が否定できない程度の数値が得られました。ただし、前述のとおり、本評価はより大きな影響が生じうる条件を設定して計算した保守的な推定を行ったものであり、実際にこのような影響が生じていることを示すものではありません。

- ※1：欧州原子力共同体が、環境の放射線防護を目的としたスクリーニングのために開発した線量評価に用いるソフトウェア
- ※2：サンプリングの不確実性等を考慮し、念のため、統計上ありうる被ばく線量率(95パーセンタイル値)を用いて保守的な評価を実施。被ばく線量率は、指数分布するとのERICA ツールの仮定に基づき、95パーセンタイル値と平均値との比である3を安全係数として平均的な被ばく線量率に乗じて算出。
- ※3：ICRP は、各標準動植物に対し、算出された被ばく線量率が影響を考慮するにあたる量であるかを判断するための目安として「誘導考慮参考レベル (mGy/day)」を示している。

表8 標準動植物の誘導考慮参考レベル (DCRLs)

DCRLs (mGy/day)	μGy/h 換算	標準動植物
10-100	416~4,166	ハチ、カニ、ミミズ
1-10	41.6~416	カエル、マス、カレイ、草本、褐藻
0.1-1	4.16~41.6	シカ、ネズミ、カモ、マツ

表9 被ばく線量率の推定と誘導考慮参考レベルから推定される可能性のある放射線影響

生物		採取地点	内部被ばく線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	外部被ばく線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	合計被ばく線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	安全係数3を乗じた線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)※1	安全係数3を乗じた線量率 (mGy/day) ※1, 2	誘導考慮参考レベルから推定される、可能性のある影響
小型哺乳類	アカネズミ	浪江町①	1.5	27	29	87	2.1	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
	アカネズミ	双葉町①	1.3	13	14	42	1.0	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
	アカネズミ	大熊町②	4.5	43	48	140	3.5	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
	アカネズミ	大熊町①	0.31	180	180	540	13	罹患率の上昇、寿命短縮の可能性、繁殖成功率の低下
	ヒメネズミ	大熊町②	4.3	43	47	140	3.3	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性
鳥類	ツバメ	南相馬市①	0.06	0.20	0.26	0.78	0.019	情報なし
		南相馬市②	0.01	0.07	0.08	0.24	0.0057	情報なし
両生類	ウシガエル	浪江町④	1.8	3.4	5.2	16	0.37	情報なし
魚類	メダカ	浪江町④	0.32	5.0	5.3	16	0.38	情報なし
無脊椎動物	ハタケミミズ	浪江町①	1.4	28	29	87	2.1	情報なし
		双葉町①	0.73	13	14	42	1.0	情報なし
		大熊町④	2.7	230	230	690	17	影響は見込まれない※3
	ヒツモンミミズ	浪江町①	1.6	28	30	90	2.2	情報なし
	フトスジミミズ	浪江町①	0.50	28	28	84	2.0	情報なし
	アオキミミズ	双葉町①	0.58	13	14	42	1.0	情報なし
小型陸生植物	キンエノコロ	浪江町②	1.6	12	14	42	1.0	情報なし
		浪江町③	9.5	26	36	110	2.6	情報なし
		大熊町③	19	39	58	170	4.2	情報なし
	チカラシバ	浪江町②	0.84	12	13	39	0.94	情報なし
		浪江町③	0.63	26	27	81	1.9	情報なし
		大熊町③	1.01	39	40	120	2.9	情報なし
木本植物	スギ	浪江町⑤	0.22	25	25	75	1.8	解剖学上、構造上及び形態上の損傷を介して示される病的状態、長期被ばくによる繁殖成功率の低下
		大熊町⑤	2.8	54	57	170	4.1	解剖学上、構造上及び形態上の損傷を介して示される病的状態、長期被ばくによる繁殖成功率の低下

生物	採取地点	内部被ばく線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	外部被ばく線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	合計被ばく線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	安全係数3を乗じた線量率 ($\mu\text{Gy/h}$)※1	安全係数3を乗じた線量率 (mGy/day) ※1, 2	誘導考慮参考レベルから推定される、可能性のある影響
ヒノキ	浪江町 ⑤	0.39	25	25	75	1.8	解剖学上、構造上及び形態上の損傷を介して示される病的状態、長期被ばくによる繁殖成功率の低下
	大熊町 ⑤	2.6	54	57	170	4.1	解剖学上、構造上及び形態上の損傷を介して示される病的状態、長期被ばくによる繁殖成功率の低下

※1 同じ分類群の標準動植物の誘導考慮参考レベルに到達した場合、当該線量率の欄を薄い網掛けで示す。また、スクリーニング基準を超過した生物について ICRP の標準動植物の線量率-影響関係表に照合した結果、推定される影響が個体数の変化を通じて集団に影響する可能性のあるものを濃い網掛けで示す。

※2 安全係数3を乗じた線量率(参考値)(mGy/day)は、被ばく線量率($\mu\text{Gy/h}$)を(mGy/day)に換算の後、3を乗じ有効数字2桁として算出。

※3 英語で Effects unlikely

【参考】本資料で用いた用語の説明

- ・空間線量率：空間中の γ (ガンマ)線量を測定したもので、1時間当たりのマイクロシーベルト($\mu\text{Sv/h}$)で表示した。
- ・放射能濃度：採取資料の放射能の値で、1キログラム当たりのベクレル(Bq/kg)で表示した。放射能とは、放射性物質が放射線を出す能力のこと。
- ・被ばく線量率：採取試料が放射線を受けて吸収する単位時間当たりのエネルギー。1時間当たりのマイクログレイ($\mu\text{Gy/h}$)で表示した。
- ・標準動植物：国際放射線防護委員会(ICRP)により、ヒトの放射線防護に対する考え方をヒト以外の生物に応用するために考えられた代表的な生物のモデル。シカ、ネズミ、カモ、カエル、マス、カレイ類、ハチ、カニ、ミミズ、マツ科、イネ科植物、褐藻類海藻の12種。
- ・湿重(FW)：試料の水分を含んだ重量。生重量、新鮮重量ともいう。キログラム(kgFW)で表示した。
- ・乾重(DW)：試料を乾燥させた時の重量。乾燥重量、乾物重量ともいう。キログラム(kgDW)で表示した。